

VERTICAL MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND MAGNETIC RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

Patent number: JP2001344725
Publication date: 2001-12-14
Inventor: YOSHIDA KAZUYOSHI; FUTAMOTO MASAOKI;
HIRAYAMA YOSHIYUKI
Applicant: HITACHI LTD
Classification:
- international: G11B5/66; H01F10/00; H01F10/16; H01F41/18
- european:
Application number: JP20000163150 20000529
Priority number(s):

Also published as:



US6528149 (B2)
US2002004151 (A)

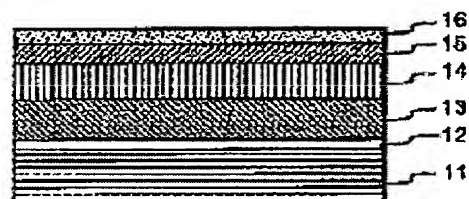
Report a data error he

Abstract of JP2001344725

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a vertical magnetic recording medium which has an excellent signal-to-noise ratio (S/N) in a wide recording density region, which has characteristics stable also to thermal fluctuation and which can be easily manufactured.

SOLUTION: The vertical magnetic recording medium consists of, a glass substrate 11, a first recording layer 14 provided on the substrate via a base film 13, having vertical magnetic anisotropy and the intensity of magnetic exchange interaction between particles of nearly zero, and a second recording layer 15 laminated on the first recording layer 14, having vertical magnetic anisotropy and the intensity of magnetic exchange interaction between particles of greater than that of the first recording layer.

図 1



11...ガラス基板 12...接着層 13...下地膜 14...第1の記録層
15...第2の記録層 16...カーボン保護膜

Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan



中华人民共和国国家知识产权局

PK F M 9720

邮政编码: 100101

北京市朝阳区北辰东路8号汇宾大厦A0601

北京市柳沈律师事务所

范明娥, 巫肖南

发文日期

申请号: 031472664



申请人: 三星电子株式会社

发明创造名称: 垂直磁记录介质



第一次审查意见通知书

- ☒ 应申请人提出的实审请求, 根据专利法第35条第1款的规定, 国家知识产权局对上述发明专利申请进行实质审查。
☐ 根据专利法第35条第2款的规定, 国家知识产权局决定自行对上述发明专利申请进行审查。
- ☒ 申请人要求以其在:
 KR 专利局的申请日 2002年09月19日为优先权日,
 专利局的申请日 年 月 日为优先权日,
 专利局的申请日 年 月 日为优先权日,
 专利局的申请日 年 月 日为优先权日,
 专利局的申请日 年 月 日为优先权日。
☒ 申请人已经提交了经原申请国受理机关证明的第一次提出的在先申请文件的副本。
☐ 申请人尚未提交经原申请国受理机关证明的第一次提出的在先申请文件的副本, 根据专利法第30条的规定视为未提出优先权要求。
- ☐ 经审查, 申请人于:
 年 月 日提交的 不符合实施细则第51条的规定;
 年 月 日提交的 不符合专利法第33条的规定;
 年 月 日提交的
- 审查针对的申请文件:
☒ 原始申请文件。 ☐ 审查是针对下述申请文件的
申请日提交的原始申请文件的权利要求第 项、说明书第 页、附图第 页;
 年 月 日提交的权利要求第 项、说明书第 页、附图第 页;
 年 月 日提交的权利要求第 项、说明书第 页、附图第 页;
 年 月 日提交的权利要求第 项、说明书第 页、附图第 页;
 年 月 日提交的说明书摘要, 年 月 日提交的摘要附图。
- ☐ 本通知书是在未进行检索的情况下作出的。
☒ 本通知书是在进行了检索的情况下作出的。
☒ 本通知书引用下述对比文献(其编号在今后的审查过程中继续沿用):
 编号 文件号或名称 公开日期(或抵触申请的申请日)
 1 JP 2001-344725 A 2001-12-14
- 审查的结论性意见:
☐ 关于说明书:
 ☐ 申请的内容属于专利法第5条规定的不授予专利权的范围。
 ☐ 说明书不符合专利法第26条第3款的规定。



- ☐ 说明书不符合专利法第 33 条的规定。
☐ 说明书的撰写不符合实施细则第 18 条的规定。

☒ 关于权利要求书:

- ☐ 权利要求 不具备专利法第 22 条第 2 款规定的新颖性。
☒ 权利要求 1 不具备专利法第 22 条第 3 款规定的创造性。
☐ 权利要求 不具备专利法第 22 条第 4 款规定的实用性。
☐ 权利要求 属于专利法第 25 条规定的不授予专利权的范围。
☐ 权利要求 不符合专利法第 26 条第 4 款的规定。
☐ 权利要求 不符合专利法第 31 条第 1 款的规定。
☐ 权利要求 不符合专利法第 33 条的规定。
☐ 权利要求 不符合专利法实施细则第 2 条第 1 款关于发明的定义。
☐ 权利要求 不符合专利法实施细则第 13 条第 1 款的规定。
☒ 权利要求 2-9 不符合专利法实施细则第 20 条的规定。
☐ 权利要求 不符合专利法实施细则第 21 条的规定。
☐ 权利要求 不符合专利法实施细则第 22 条的规定。
☐ 权利要求 不符合专利法实施细则第 23 条的规定。

上述结论性意见的具体分析见本通知书的正文部分。

7. 基于上述结论性意见,审查员认为:

- ☐ 申请人应按照通知书正文部分提出的要求,对申请文件进行修改。
☒ 申请人应在意见陈述书中论述其专利申请可以被授予专利权的理由,并对通知书正文部分中指出的不符合规定之处进行修改,否则将不能授予专利权。
☐ 专利申请中没有可以被授予专利权的实质性内容,如果申请人没有陈述理由或者陈述理由不充分,其申请将被驳回。

8. 申请人应注意下述事项:

- (1) 根据专利法第 37 条的规定,申请人应在收到本通知书之日起的肆个月内陈述意见,如果申请人无正当理由逾期不答复,其申请将被视为撤回。
(2) 申请人对其申请的修改应符合专利法第 33 条的规定,修改文本应一式两份,其格式应符合审查指南的有关规定。
(3) 申请人的意见陈述书和/或修改文本应邮寄或递交国家知识产权局专利局受理处,凡未邮寄或递交给受理处的文件不具备法律效力。
(4) 未经预约,申请人和/或代理人不得前来国家知识产权局专利局与审查员举行会晤。

9. 本通知书正文部分共有 2 页,并附有下列附件:

- ☒ 引用的对比文件的复印件共 1 份 10 页。 ☐

审查员: 张晓辉(3620)

2005 年 1 月 22 日

审查部门 通信审查部





第一次审查意见通知书正文

申请号：03147266.4

如说明书所述，本申请涉及一种垂直磁记录介质。经审查，现提出如下审查意见。

1. 权利要求 1 不具备创造性，不符合专利法第 22 条第 3 款的规定。权利要求 1 请求保护一种垂直磁记录介质，对比文件 1 (JP 2001-344725A)公开了一种垂直磁记录媒体。具体公开了如下技术特征：第一和第二垂直磁记录层和支持第一和第二垂直磁记录层的基板(参见第 0006 段—第 0015 段、图 1)。该权利要求与对比文件 1 的区别仅在于：特征是第一和第二垂直磁记录层具有不同的物理/磁特性，并由补偿不同的物理/磁特性的材料构成。但是该对比文件的第 0013 段指出：“第二垂直磁记录层晶粒之间的磁交换作用大于第一垂直磁记录层的”（相当于第一和第二垂直磁记录层具有不同的物理/磁特性，并由补偿不同的物理/磁特性的材料构成）。对比文件 1 公开了该权利要求的技术特征，这些特征结合以得到该权利要求的技术方案对本领域技术人员是显而易见的，因此该权利要求不具备突出的实质性特点和显著的进步，因而不具备创造性。
2. 权利要求 2 是用“用于改进垂直磁性各向异性能的层”、“用于降低晶粒大小的层”……来对第一和第二垂直磁记录层进一步限定，这是采用产生的效果所作的纯功能性限定，没有使用材料的具体化学组成、结构对该记录介质作限定，不是记录介质本身所具有的结构特征，导致其保护范围不清



楚，不符合专利法实施细则第 20 条第 1 款的规定，申请人应当对其进行修改。

3. 权利要求 3—9 中使用的括号，在权利要求中，除附图标记之外，避免使用括号，因此，权利要求不符合专利法实施细则 20 条第 4 款的规定。
4. 附加权利要求 4—8 中用“利用……”附加技术特征作进一步的限定，这是用方法对产品类型的权利要求进行限定。没有使用材料的具体化学组成、结构对该记录介质作限定，不是记录介质本身所具有的结构特征，导致其保护范围不清楚，不符合专利法实施细则第 20 条第 1 款的规定。请申请人注意，即使修改成独立的方法权利要求，说明书中也没有实现该方法的具体措施步骤，因此修改成新的方法权利要求也得不到说明书的支持。
5. 权利要求 9 附加技术特征和权利要求 4 中的内容重复，造成权利要求不简明，不符合专利法实施细则第 20 条第 1 款的规定。

结论：

基于上述理由，本申请按照目前的文本还不能被授予专利权。请申请人注意，对申请文件的修改应当符合专利法第 33 条的规定，不得超出原说明书和权利要求书记载的范围。

申请人在提交修改文本时应当提交：第一，修改涉及的那一部分原文的复印件，并在该复印件上用红笔标注出所作的增加、



中华人民共和国国家知识产权局

删除或替换；第二，重新打印的替换页，用于替换相应的原文。

申请人应当确保上述两部分在内容上的一致性。



审查员：3620

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-344725
(P2001-344725A)

(43) 公開日 平成13年12月14日 (2001. 12. 14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード (参考)
G 1 1 B 5/66		G 1 1 B 5/66	5 D 0 0 6
H 0 1 F 10/00		H 0 1 F 10/00	5 E 0 4 9
	10/16	10/16	
	41/18	41/18	

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-163150(P2000-163150)

(22) 出願日 平成12年5月29日 (2000. 5. 29)

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願 (平成11年度新エネルギー・産業技術総合開発機構 (再) 委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの)

(71) 出願人 000005103

株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 吉田 和悦

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 二本 正昭

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 100068504

弁理士 小川 勝男 (外2名)

最終頁に続く

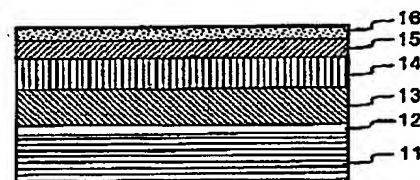
(54) 【発明の名称】 垂直磁気記録媒体及び磁気記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 広い記録密度領域において信号対雑音比 (S/N) に優れ、なおかつ熱揺らぎに対しても安定した特性を持ち、容易に製造することができる垂直磁気記録媒体を提供すること。

【解決手段】 ガラス基板11と、この基板上に下地膜13を介して設けられ、垂直磁気異方性を有し、かつ、粒子間磁気交換相互作用の大きさがほぼ零である第1の記録層14と、第1の記録層14上に積層された、垂直磁気異方性を有し、かつ、粒子間磁気交換相互作用が第1の記録層より大きい第2の記録層15からなる垂直磁気記録媒体。

図 1



11--ガラス基板 12--接着層 13--下地膜 14--第1の記録層
15--第2の記録層 16--カーボン保護膜

【特許請求の範囲】

【請求項1】非磁性基板、該非磁性基板上に設けられ、垂直磁気異方性を有し、かつ、粒子間磁気交換相互作用の大きさがほぼ零である第1の記録層及び該第1の記録層上に積層された、垂直磁気異方性を有し、かつ、粒子間磁気交換相互作用が上記第1の記録層より大きい第2の記録層からなることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項2】上記第1の記録層の粒子間の交換スティフネス定数が $0.05 \times 10^{-11} \text{ J/m}^3$ 以下であり、上記第2の記録層の粒子間の交換スティフネス定数が $0.15 \times 10^{-11} \text{ J/m}$ から $0.8 \times 10^{-11} \text{ J/m}$ の範囲にあることを特徴とする請求項1記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項3】上記第2の記録層の異方性定数は、 $2.5 \times 10^5 \text{ J/m}^3$ から $4.5 \times 10^5 \text{ J/m}^3$ の範囲にあることを特徴とする請求項1又は2記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項4】上記第2の記録層は、多結晶構造であることを特徴とする請求項1から3のいずれか一に記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項5】非磁性基板、該非磁性基板上に設けられ、垂直磁気異方性を有する第1の記録層及び該第1の記録層上に積層された、垂直磁気異方性を有する第2の記録層からなり、上記第1の記録層の粒子間磁気交換相互作用の大きさを示す交換スティフネス定数が $0.05 \times 10^{-11} \text{ J/m}^3$ 以下、 $0.0001 \times 10^{-11} \text{ J/m}^3$ 以上であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項6】上記第2の記録層の粒子間の交換スティフネス定数が $0.15 \times 10^{-11} \text{ J/m}$ から $0.8 \times 10^{-11} \text{ J/m}$ の範囲にあることを特徴とする請求項5記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項7】非磁性基板、該非磁性基板上に設けられ、CoとCrを主成分とする磁性膜であり、垂直磁気異方性を有し、かつ、粒子間磁気交換相互作用の大きさがほぼ零である第1の記録層及び該第1の記録層上に積層された、垂直磁気異方性を有する第2の記録層からなり、上記第1の記録層は、膜を構成する強磁性粒子の粒界にCrが偏析し、その濃度が21原子%から29原子%の範囲の濃度であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項8】上記第2の記録層は、CoとCrを主成分とする磁性膜であり、その粒子間の交換スティフネス定数が $0.15 \times 10^{-11} \text{ J/m}$ から $0.8 \times 10^{-11} \text{ J/m}$ の範囲にあることを特徴とする請求項7記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項9】上記第2の記録層は、膜を構成する強磁性粒子の粒界にCrが偏析し、その濃度が16原子%から19原子%の範囲の濃度であることを特徴とする請求項7又は8記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項10】請求項1から9のいずれか一に記載の垂直磁気記録媒体と、該垂直磁気記録媒体を回転させる駆

動部と、記録再生用の磁気ヘッドと、該磁気ヘッドを上記垂直磁気記録媒体に対して相対運動させる手段と、磁気ヘッドからの出力信号再生を行う手段とを具備したことを特徴とする磁気記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、垂直磁気異方性を有する強磁性薄膜を記録層として用いた垂直磁気記録媒体及びそれを用いた磁気記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年の情報量の増大には目覚ましいものがあり、それに伴いコンピュータの大容量ファイルとして使われている磁気記録装置の記憶容量は飛躍的な向上を遂げている。

【0003】ところで、磁気記録においては、情報の記録は記録媒体となる強磁性薄膜の微小領域の磁化の向きを反転させることによって実現される。現在磁化の向きを媒体面に対して平行に書きこむ、いわゆる長手記録方式が広く用いられている。この記録方式においては、その高密度化は媒体の保磁力を高めるか、磁性層の厚さを薄くすることによって進められている。しかし、現行の長手記録媒体の厚さは既に30nm以下であり、さらなる薄膜化にはトライボロジ的に強度があり、かつ、欠陥の少ない膜を形成する高度な製膜技術が必要となる。またそれに加えて高密度化に伴う信号対雑音比の劣化を防ぐには、記録薄膜を構成する単位結晶粒子を微細化する必要がある。しかし粒子サイズの微細化は熱的な攪乱に対して抵抗力が弱くなることを意味しており、媒体上に記録された情報が時間とともに減衰する、いわゆる熱減磁を助長する。

【0004】上記のことを解決する方法として、記録磁化を媒体面に対して垂直方向に磁化する垂直記録方式が提案されている。この方式では膜面垂直方向に強い磁気異方性を持つ材料が必要であり、Co-Cr系合金薄膜に代表される厚さ0.01～0.5 μm の比較的厚めの合金磁性膜が広く用いられている。この記録方式の優れた点は、記録密度が高くなる程記録された磁化がエネルギー的に安定となり、本質的に高密度記録に向いていることである。しかも、この方式では長手記録と異なり、記録密度を上げるために膜厚を薄くしたり、保磁力を高める必要がないという利点を持っている。しかも膜厚を薄くする必要がないことは、薄膜を構成する微結晶粒子の体積を長手記録に比較し大きく設定できることを意味しており、熱揺らぎの観点からも優れた特長をもっている。

【0005】この垂直磁気記録用媒体に関しては、特開昭57-109127号公報、日本応用磁気学会誌9巻2号、57～60ページ(1985年)、アイイーイーートランザクション エムエージー 24、第6号、2706～2708ページ(1988年)(IEEE

10

20

30

40

50

Trans., MAG-24, No. 6, p2706~2708 (1988)) 等で開示されているように、Co-Cr系の合金薄膜が用いられており、媒体を構成する微結晶粒子の粒界に非磁性のCr原子を偏析させることが好ましいとされている。これは粒界にCr濃度の高い領域を作ることによって耐食性が向上すること、長手記録媒体の場合と同様に非磁性のCr原子が粒界に偏析することにより、粒子間の磁気的な交換相互作用が断ち切られ、磁区が微細化して媒体雑音が低減するためと考えられている。

【0006】一方、Co-Cr系以外の垂直記録用媒体として、光熱磁気記録用媒体に使われている非晶質のTbFe系の薄膜がある。この種の膜は大きな磁気異方性を持っているが、Co-Cr膜と異なり粒子間の交換相互作用が強い。そのため、磁化曲線は理想的な角型をしており、角型比はほぼ1に近い値となる。また、一般的にはこのような膜に磁気ヘッドを用いて磁気記録を行うと、直流消磁雑音が低く、低密度領域で優れた信号対雑音比を示す。

【0007】また、特開平9-91660号公報には、特性が互いに異なる第1の垂直磁気記録膜と第2の垂直磁気記録膜が積層された磁気記録媒体が開示されている。

【0008】また、特開平10-334440号公報には、主記録層であるCo合金系の垂直磁気記録膜の表面に面内方向の磁気結合力が相対的に大きい第2の垂直磁気記録膜を形成し、主記録層の表面に存在するマイクロな磁化揺らぎを低減した磁気記録媒体が開示されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上記Co-Cr系の合金薄膜を用い、粒界にCr原子を偏析させた従来技術は、低雑音であっても、熱揺らぎに強い媒体とすることについては十分配慮されていなかった。

【0010】また、上記光熱磁気記録用媒体に使われている非晶質のTbFe系の薄膜を用いた従来技術は、低密度領域では優れた信号対雑音比を示すが、記録密度が高くなると急激に記録特性が低下するという点については十分配慮されていなかった。

【0011】また、上記特開平9-91660号公報及び特開平10-334440号公報に記載の従来技術は、いずれも第1の磁気記録膜は多結晶構造であるが、第2の磁気記録膜は多層構造又は非晶質構造であり、かつ、2つの膜の構造がかなり異なり、産業上の製造しやすさについては、十分考慮されていなかった。

【0012】本発明の目的は、広い記録密度領域において優れた信号対雑音比を有し、かつ、熱揺らぎに対しても安定した特性を持ち、容易に製造することができる垂直磁気記録媒体及びそれを用いた磁気記録再生装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の垂直磁気記録媒体は、非磁性基板と、非磁性基板上に設けられ、垂直磁気異方性を有し、かつ、粒子間磁気交換相互作用の大きさがほぼ零である第1の記録層と、第1の記録層上に積層された、垂直磁気異方性を有し、かつ、粒子間磁気交換相互作用が第1の記録層より大きい第2の記録層から構成するようにしたものである。

【0014】この第1の記録層の粒子間の交換スチッフネス定数は、 $0.05 \times 10^{-11} \text{ J/m}^3$ 以下であり、第2の記録層の粒子間の交換スチッフネス定数は、 $0.15 \times 10^{-11} \text{ J/m}$ から $0.8 \times 10^{-11} \text{ J/m}$ の範囲にあることが好ましい。第1の記録層の粒子間の交換スチッフネス定数の下限は零であってもよいが、磁性膜であると零のものを見出すのが困難であるので、 $0.001 \times 10^{-11} \text{ J/m}$ 以上のものが好ましい。また、第2の記録層の異方性定数は、 $2.5 \times 10^5 \text{ J/m}^3$ から $4.5 \times 10^5 \text{ J/m}^3$ の範囲にあることが好ましい。さらに、第2の記録層は多結晶構造であることが好ましい。

【0015】また、上記目的を達成するために、本発明の垂直磁気記録媒体は、非磁性基板と、非磁性基板上に設けられ、垂直磁気異方性を有する第1の記録層と、第1の記録層上に積層された、垂直磁気異方性を有する第2の記録層からなり、第1の記録層の粒子間磁気交換相互作用の大きさを示す交換スチッフネス定数を $0.05 \times 10^{-11} \text{ J/m}^3$ 以下、 $0.0001 \times 10^{-11} \text{ J/m}^3$ 以上とするようにしたものである。

【0016】第2の記録層の粒子間の交換スチッフネス定数は、 $0.15 \times 10^{-11} \text{ J/m}$ から $0.8 \times 10^{-11} \text{ J/m}$ の範囲にあることが好ましい。

【0017】また、上記目的を達成するために、本発明の垂直磁気記録媒体は、非磁性基板と、非磁性基板上に設けられ、CoとCrを主成分とする磁性膜であり、垂直磁気異方性を有し、かつ、粒子間磁気交換相互作用の大きさがほぼ零である第1の記録層と、第1の記録層上に積層された、垂直磁気異方性を有する第2の記録層からなり、この第1の記録層の膜を構成する強磁性粒子の粒界にCrを偏析させ、その濃度を21原子%から29原子%の範囲とするようにしたものである。

【0018】この第1の記録層の粒子間の交換スチッフネス定数は、 $0.05 \times 10^{-11} \text{ J/m}^3$ 以下であることが好ましい。この値の下限は、零であってもよいが、磁性膜であると零のものを見出すのが困難であるので、 $0.0001 \times 10^{-11} \text{ J/m}$ 以上のものが好ましい。

【0019】また、第2の記録層を、CoとCrを主成分とする磁性膜とし、その粒子間の交換スチッフネス定数を $0.15 \times 10^{-11} \text{ J/m}$ から $0.8 \times 10^{-11} \text{ J/m}$ の範囲とすることが好ましい。第2の記録層は、膜を構成する強磁性粒子の粒界にCrをが偏析させ、その濃

度を16原子%から19原子%の範囲とすることが好ましい。

【0020】いずれの垂直磁気記録媒体においても、第1の記録層の膜厚と第2の記録層の膜厚の総和が10から100nmであり、第1の記録層の厚さに対する第2の記録層の膜厚の比が0.5から1.0の範囲にあることが好ましい。また、第1の記録層は、CoとCrを主成分とし、Ta、B、Ptを添加元素として加えたものを用いることができる。第2の記録層は、CoとCrとPtを有するものを用いることができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施の形態を説明する。

【0022】(実施例1)直径2.5インチのガラス基板(11)を用いて、直流マグネトロンスパッタ法によって、図1に示す断面構造を持つ磁気記録媒体を作製した。まず接着層(12)として厚さ10nmのHf膜を形成し、その上に下地膜(13)として高透磁率特性を持つNi-20at%Fe膜を厚さ0.07 μ m形成し、さらにその上にCo-18at%Cr-4at%Taの組成を持つ厚さ15nmの第1の記録層(14)、次にCo-15at%Cr-15at%Ptの組成を持つ厚さ10nmの第2の記録層(15)、最後に表面に厚さ2nmのカーボン保護膜(16)を形成した。ただし基板温度については、第1の記録層を形成するまでは250℃と固定し、第2の記録層の基板温度を100℃、150℃、200℃、250℃、300℃と変化させた5種類の記録媒体を作製した。これらの試料を基板温度の低い順にA1からA5と呼ぶことにする。なお、第2の記録層は多結晶構造である。

【0023】さらに比較用試料として、記録層が第1の記録層と同じ組成(Co-18at%Cr-4at%Ta)を持つ磁性膜のみで構成され、第2の記録層を省いたこと以外は、上記した実施例と同じ構造をもつ記録媒体R1を作製した。また同様に記録層が第2の記録層と

同じ組成(Co-15at%Cr-15at%Pt)を持つ磁性膜のみで構成されている記録媒体R2を作製した。R1を製膜したときの基板温度は250℃であり記録層の厚さは25nm、R2を製膜したときの基板温度は200℃、記録層の厚さは同様に25nmとした。

【0024】このようにして作製した試料は強磁性からなる多層膜であるため、各記録層の磁気特性を個々に測定することはできない。ここで参考のためにガラス基板上に結晶配向制御層として厚さ10nmのTi-10at%Cr膜を形成した後、上記した各種の記録膜を厚さ25nm形成したときの磁気特性を表1にまとめた。保磁力(Hc)と飽和磁化(Is)の測定は振動試料型磁力計(VSM)を用いて測定した。さらに、各試料の結晶粒界における組成分布をエネルギーフィルター型電子顕微鏡(Energy-Filtering Transmission Electron Microscopy)を用いて測定した結果も表1にまとめた。また、Co_{96-x}-Cr_x-Ta₄膜とCo_{85-x}-Cr_x-Pt₁₅膜の交換ステイフネス定数をブリュアン散乱法で測定した結果を元にして推定した、各試料の粒界における交換ステイフネス定数(A)の大きさも合わせて記載した。

【0025】次にこれらのディスクの記録再生特性を磁気ディスク記録再生テスターを用いて評価した。記録に用いたヘッドは薄膜型単磁極ヘッドであり、磁極厚は0.3 μ m、再生用の巨大磁気抵抗効果型(GMR)ヘッドのシールド間隔は0.12 μ m、測定時の磁気的スペーシングは0.03 μ mとした。線記録密度500kFCIにおける再生信号と積分媒体雑音を測定して信号対媒体雑音比(S/N)を求め、R1を基準として相对比较した結果を表2に示す。表から分かるように、本発明による膜は基準とした試料R1と比較すると、A1、A5を除いて全て優れたS/N特性を持つ。

【0026】

【表1】

表 1

	Co-Cr-Ta	Co-Cr-Pt				
基板温度 (℃)	250	100 (A1)	150 (A2)	200 (A3)	250 (A4)	300 (A5)
Is (T)	0.48	0.60	0.63	0.69	0.59	0.66
Hc (kA/m)	120	80	120	240	280	274
粒界Cr濃度 (at%)	22	15	16	17	19	21
交換スチッフネス 定数 (A) ($\times 10^{-11}$ J/m)	0.03	1.0	0.7	0.5	0.4	0.1

【0027】

* * 【表2】

表 2

	R1	R2	A1	A2	A3	A4	A5
S/N * (dB)	0	-5.8	-3.4	+2.5	+6.7	+8.3	-0.2

* 試料 R1 の 500 k FCI における S/N 値を

0 dB とする。

【0028】図3は第2の記録層の粒子間交換相互作用の強さを表す交換スチッフネス定数(A)とS/Nの関係を示したものである(図中○印)。図3には、後述する実施例4で得られた交換スチッフネス定数とS/Nの関係も合わせて示した(図中△印)。図から明かなように、第2記録層の交換スチッフネス定数(A)には最適値が存在し、Aが 0.15×10^{-11} J/mから 0.8×10^{-11} J/mの間で比較試料R1より優れたS/N特性が得られることが分かる。特に、Aが 0.2×10^{-11} J/mから 0.7×10^{-11} J/mの間でさらに優れたS/N特性が得られることが分かる。一方、交換相互作用が存在する記録層だけで構成された比較試料R2では、Aの値は 0.5×10^{-11} J/mであったが媒体雑音が大きくS/N比は最も劣っていた。

【0029】(実施例2)直径2.5インチのガラス基板を用い、直流マグネトロンスパッタ法によって、実施例1と同様に図1に示す断面構造を持つ磁気記録媒体を※50

※作製した。Hfの接着層を形成した後、まず下地膜として高透磁率特性をもつNi-20at%Fe膜を厚さ $0.07 \mu\text{m}$ 形成し、さらにその上にCo-18at%Cr-4at%Taの組成をもつ厚さ15nmの第1の記録層を基板温度250℃で形成した。次に $\text{Co}_{83-x}\text{Cr}_{17-x}\text{Pt}_x$ からなる第2の記録層を、同じく基板温度250℃にて厚さ10nm積層した。Ptの濃度Xを0、at%9.8at%、15.3at%、21.0at%と変化させ、合計4種類のディスクを作製した。さらに最表面に厚さ2nmのカーボン保護膜を形成した。これらの試料をPt濃度の低い順にB1~B4とする。なお、第2の記録層は多結晶構造である。

【0030】B1~B4の試料は積層膜であるため第2の記録層の磁気特性を分離して測定できない。そこで、実施例1と同様に、第2の記録層のみを形成した試料を作製した。その磁気特性を表3に示す。表から分かるようにPt濃度を増すことにより異方性定数の値Kが増大

する。また、これらの試料では粒界におけるCr濃度は18at%である。

【0031】次にディスクB1～B4の記録再生特性を評価した。その結果を表4に示す。表からKの値が $2.5 \times 10^5 \text{ J/m}^3$ から $4.5 \times 10^5 \text{ J/m}^3$ の間でS/N特性が改善されることが分かる。この範囲の試料では*

*交換スティフネス定数Aは 0.3×10^{-11} から $0.7 \times 10^{-11} \text{ J/m}^3$ の間になることも確認した。なお、異方性定数の値Kは、磁気トルクメータを用いて測定した。

【0032】

【表3】

表 3

	R 1	C o (33-x) - C r 17 - P t x			
		x=0 (B1)	x=9.8 (B2)	x=15.3 (B3)	x=21.0 (B4)
I _s (T)	0.48	0.63	0.59	0.55	0.54
H _c (kA/m)	120	104	208	336	344
K (J/m ³)	1.0 $\times 10^5$	1.02 $\times 10^5$	2.5 $\times 10^5$	3.5 $\times 10^5$	4.5 $\times 10^5$

【0033】

※ ※【表4】

表 4

	R 1	C o (33-x) - C r 17 - P t x			
		B 1	B 2	B 3	B 4
S/N * (dB)	0	-2.7	+0.9	+7.2	+2.4

* 試料 R 1 の 500 k F C I における S / N 値を
0 dB とする。

【0034】(実施例3)本実施例では第1の記録層の交換スティフネス定数を変化させた。第1の記録層では交換相互作用をできるだけ弱くした方がよいことを示す。

【0035】直径2.5インチのガラス基板を用いて、40 直流マグネトロンスパッタ法によって、実施例1と同様に図1に示す断面構造を持つ磁気記録媒体を作製した。Hfの接着層を形成した後、まず下地膜として高透磁率特性をもつNi-20at%Fe膜を厚さ0.07μm形成し、さらにその上にCo-18at%Cr-4at%Taの組成を持つ厚さ15nmの第1の記録層を形成した。このとき、基板温度を150℃、200℃、230℃、250℃、300℃と5種類変化させ、粒界に偏析するCr濃度を変えた。

【0036】この後、基板温度を250℃としてCo₆₈★50

★Cr₁₇Pt₁₅の組成を持つ第2の記録層を厚さ10nm形成し、さらにカーボン保護膜を施した。これらの試料ディスクを第1の記録層を製膜するときの基板温度の低い順にC1～C5とする。なお、第2の記録層は多結晶構造である。また、表5に第1の記録層のみを形成したときの磁気特性と、粒界におけるCr濃度から推定した交換スティフネス定数の値を示す。

【0037】さらに表5にC1～C5の記録再生特性を示す。表から分かるように、基板温度が230℃以上の試料ディスクで基準試料R1以上のS/N特性が得られる。これらの試料ディスクの粒界でのCr濃度は21at%から29at%であり、粒子間の交換スティフネス定数は $0.05 \times 10^{-11} \text{ J/m}^3$ 以下であって、ほぼ零の値となる。以上の結果は第1の記録層の粒子間交換相互作用を弱めることが必要なことを示す。

【0038】

* * 【表5】

表 5

	R 1	C o - C r - T a				
基板温度 (℃)	250	150 (C1)	200 (C2)	230 (C3)	250 (C4)	300 (C5)
粒界Cr濃度 (at %)	22	18	20	21	22	29
交換スチフネス 定数 (A) ($\times 10^{-11}$ J/m)	0.03	0.25	0.15	0.05	0.03	0.007
S/N* (dB)	0	-6.3	-3.4	+1.5	+7.2	+6.7

* 試料 R 1 の 500 k F C I における S / N 値を

0 dB とする。

【0039】(実施例4)本実施例では、第2の記録層として光磁気記録用記録媒体として用いられている Tb Fe 系の非晶質膜を適用した例を示す。

【0040】直径2.5インチのガラス基板を用い、直流マグネトロンスパッタ法により、実施例1と同様に図1に示す断面構造を持つ磁気記録媒体を作製した。Hfの接着層を形成した後、まず下地膜として高透磁率特性をもつ Ni-20at%Fe 膜を厚さ0.07 μ m 形成し、さらにその上に Co-18at%Cr-4at%Ta の組成を持つ厚さ15nmの第1の記録層を基板温度を250℃で形成した。次に Tb₁₆-Fe₈₃-Co₂₁ からなる第2の記録層を室温にて厚さ10nm 積層した。このときアルゴンガスの圧力を0.4Pa、1.3Pa、2.6Pa、4.0Paと変化させ、合計4種類のディスクを作製した。さらに表面に厚さ2nmのカーボン保護膜を形成した。これらの試料をアルゴンガスの圧力の低い順に D1~D4 とする。

【0041】さらに、第2の記録層の組成を Tb₁₆-Fe₈₃-Co₂₁ とし、アルゴンガスの圧力を0.4Paとした以外は試料 D1~D4 と同じ条件で作製した試料を D5 とする。また、比較用試料として、実施例1と同じく、記録層が第1の記録層と同じ組成 (Co-18at%Cr-4at%Ta) を持つ磁性膜のみで構成され、第2の記録層を省いた記録媒体 R1 を作製した。 ※

※【0042】D1~D5の試料は積層膜であるため第2の記録層の磁気特性を分離して測定できない。そこで、実施例1と同様に、第2の記録層のみを形成した試料を作製した。その磁気特性を表6に示す。表から分かるように試料 D1~D4 ではアルゴンガスの圧力を増すことにより、保磁力の値 H_c は若干低下する。また、D5の試料では保磁力の値 H_c は増大した。消磁状態における磁区幅から推定した交換スチフネス定数 (A) は、D1~D4の試料では、アルゴンガスの圧力の増加とともに 0.5×10^{-11} J/m³ から 0.1×10^{-11} J/m³ まで減少する傾向を示す。逆に Co 濃度を増やした試料 D5 では交換スチフネス定数 (A) は 0.9×10^{-11} J/m³ に増大した。

【0043】さらに表6に D1~D5の試料の記録再生特性を示す。また、実施例1で述べたように、図3に交換スチフネス定数と S/N の関係を示した (図中△印)。図から明らかなように、第2記録層の交換スチフネス定数 (A) は、 0.15×10^{-11} J/m から 0.8×10^{-11} J/m の間が好ましく、 0.2×10^{-11} J/m から 0.7×10^{-11} J/m の間がより好ましい。

【0044】

【表6】

表 6

	R 1	Tb _{1.0} -Fe _{3.1} -Co _{2.1}				Tb _{1.5} Fe _{2.5} Co _{2.5}
アルゴン圧 (℃)	0.7	0.4 (D1)	1.3 (D2)	2.6 (D3)	4.0 (D4)	0.4 (D5)
H _c (kA/m)	120	250	242	237	210	280
交換スライファ 定数 (A) ($\times 10^{-11}$ J/m)	0.03	0.5	0.35	0.2	0.1	0.9
S/N * (dB)	0	+7.5	+9.1	+5.4	-0.3	-2.4

* 試料 R 1 の 500 k F C I における S / N 値を 0 d B とす

る。

【0045】(実施例5)本実施例ではこれまでの実施例と異なり、第1の記録層と第2の記録層を交互に複数層以上積層するとさらに大きな効果が現れることを説明する。

【0046】直径2.5インチのガラス基板を用いて、直流マグネトロンスパッタ法によって、図2に示す断面構造を持つ磁気記録媒体を作製した。Hfの接着層(12)を形成した後、まず下地膜(13)として高透磁率特性をもつNi-20at%Fe膜を厚さ0.07 μ m形成し、さらにその上にCo-18at%Cr-4at%Taの組成をもつ厚さ7nmの第1の記録層(14)を基板温度250℃で形成した。その後同一基板温度でCo₇₀Cr₁₅Pt₁₅(15)の組成を有する第2の記録層を厚さ5nm形成した。さらにその上に第1の記録層と同じ組成を持つ第3の記録層(17)を再び厚さ7nm形成し、次に第2の記録層と同組成の第4の記録層(18)を5nmを積層し合計4層から構成される記録膜を作製した。さらに表面に厚さ2nmのカーボン保護膜(16)を形成した。なお、第2、第4の記録層は多結晶構造である。

【0047】この試料ディスクの記録再生特性を測定したところ、ほぼ同じ組成の組み合わせをもつ試料ディスクB3と比較してもS/Nで約2dB高い特性を示し、多層化の効果が示された。

【0048】(実施例6)本実施例では、本発明による垂直磁気記録媒体が優れたS/N特性を持つとともに、*

*耐熱揺らぎ特性にも優れていることを示す。

【0049】図4は本発明の磁気ディスク装置の一実施例である。ヘッド・ディスクアセンブリー(34)中に複数枚の磁気ディスク(31)がスピンドル軸に取付けられており、媒体駆動系(モータ)(35)により高速回転する。この磁気ディスク(31)として、上記の実施例で作製したディスク試料A2~A4、B2~B4、C3~C5、D1~D3を使用した。このディスクの磁気記録面に対して信号を記録・再生する磁気ヘッド(32)が配置されており、その1個はサーボヘッドとして作用する。磁気ヘッド(32)は、ヘッド駆動系(36)によりアクチュエータ(33)を介して磁気ディスクの略半径方向に移動される。さらに、本装置にはデータの記録再生を行う記録再生系(37)、その信号を処理する信号処理系(38)、これら及び上記駆動系を制御するための制御系(39)、上位装置とのデータのやり取りをする装置I/F部(310)等が設けられている。

【0050】この磁気ディスク装置を用い、薄膜型単磁極ヘッドを用いて線記録密度900kFCI条件で記録を行い、トラック幅0.5 μ mのGMRヘッドで再生を行ったところ、いずれも十分に高い再生出力と低雑音特性を得ることができ、23dB以上の信号対雑音比(S/N)を得ることができた。この特性は面記録密度40Gb/in²以上に相当するものである。

【0051】また、信号を記録した後100時間以上放

置しても再生出力の減少は1%未満であり、熱的な安定性にも優れた効果があることが分かった。これに対して、比較試料として作製したディスクR1の同一記録条件におけるS/N比は17dB以下であり、また100時間後の信号劣化率は8.5%であった。またディスクR2では900kFCIの記録ができず、再生信号を検出することができなかった。

【0052】

【発明の効果】本発明によれば、広い記録密度領域においても大きい再生出力と低雑音特性が得られ、信号対雑音比（S/N）の大幅な改善が可能になるとともに、耐熱揺らぎ特性が大幅に改善された、容易に製造することのできる垂直磁気記録媒体を提供することができた。また、広い記録密度領域において優れた信号対雑音比を有し、かつ、熱揺らぎに対しても安定した特性を持つ磁気記録再生装置を提供することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の垂直磁気記録媒体の断面構造を示す図。

【図2】本発明の第5の実施例の垂直磁気記録媒体の断面構造を示す図。

【図3】信号対雑音比と粒子間交換相互作用の関係を示す図。

す図。

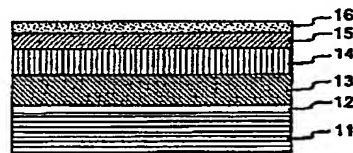
【図4】本発明の磁気ディスク装置の一実施例の模式図。

【符号の説明】

- 11…ガラス基板
- 12…接着層
- 13…下地膜
- 14…第1の記録層
- 15…第2の記録層
- 16…カーボン保護膜
- 17…第3の記録層
- 18…第4の記録層
- 31…磁気ディスク
- 32…磁気ヘッド
- 33…アクチュエータ
- 34…ヘッド・ディスク・アセンブリ
- 35…媒体駆動系
- 36…ヘッド駆動系
- 37…記録再生系
- 38…信号処理系
- 39…制御系
- 310…装置I/F部

【図1】

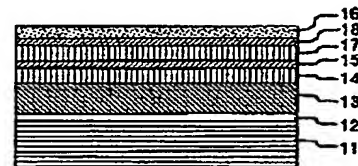
図 1



11…ガラス基板 12…接着層 13…下地膜 14…第1の記録層
15…第2の記録層 16…カーボン保護膜

【図2】

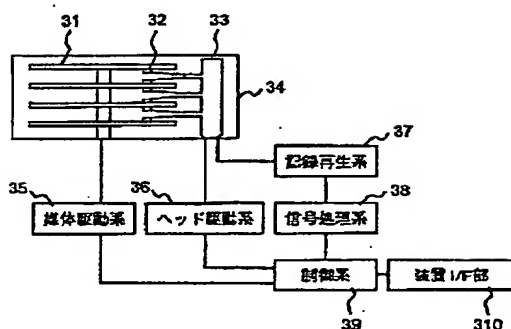
図 2



11…ガラス基板 12…接着層 13…下地膜 14…第1の記録層
15…第2の記録層 16…カーボン保護膜 17…第3の記録層
18…第4の記録層

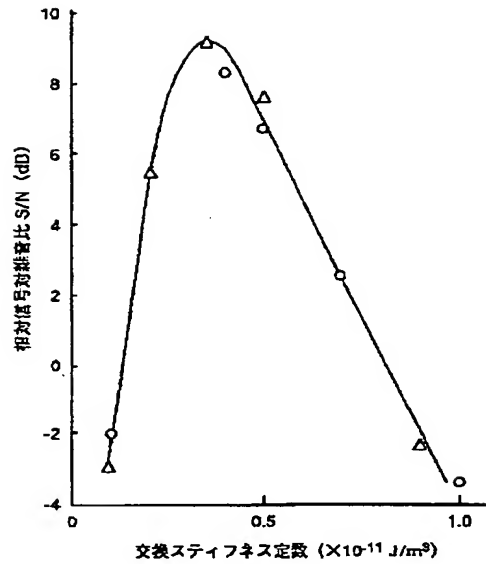
【図4】

図 4



【図3】

図 3



フロントページの続き

(72)発明者 平山 義幸
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

Fターム(参考) 5D006 BB02 BB07 BB08
5E049 AA01 AA04 AA07 AA09 AC01
AC05 BA12 CB01 GC01